



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 52 548 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 22 D 11/16**  
B 22 D 11/04

②1 Aktenzeichen: 197 52 548.2  
②2 Anmeldetag: 27. 11. 97  
④3 Offenlegungstag: 10. 6. 99

DE 197 52 548 A 1

⑦1 Anmelder:  
SMS Schloemann-Siemag AG, 40237 Düsseldorf,  
DE  
  
⑦4 Vertreter:  
Hemmerich, Müller & Partner, 57072 Siegen

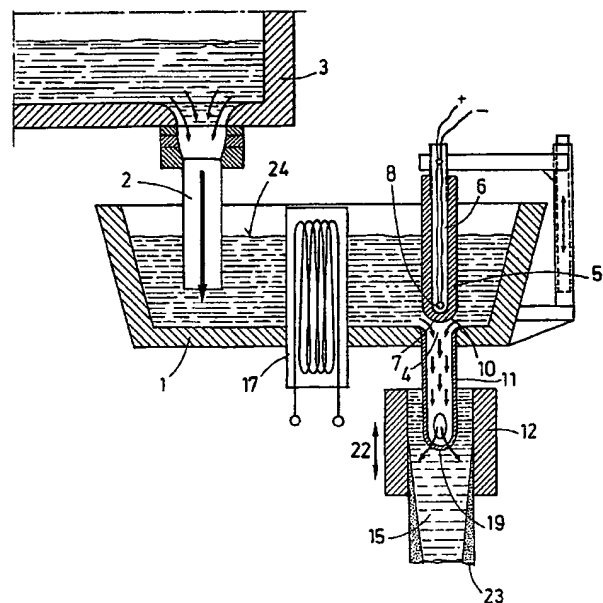
⑦2 Erfinder:  
Pleschiutchnigg, Fritz-Peter, Prof.Dr.-Ing., 47269  
Duisburg, DE  
  
⑤5 Entgegenhaltungen:  
DE 1 95 08 476 A1  
DE 29 12 311 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zur Vorrichtung zum Einstellen und Halten der Temperatur einer Stahlschmelze beim Stranggießen

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einstellen und Halten der Temperatur insbesondere einer Stahlschmelze in relativ engen Temperaturgrenzen über die Gießzeit einer Charge beim Stranggießen, wobei die Temperatur der Schmelze im Verteiler gemessen und ein Absinken der Temperatur durch Erwärmen kompensiert wird. Verbessert wird das Verfahren dadurch, daß die Temperatur der Schmelze am Auslauf (4) des Verteilers (1) gemessen, das Meßergebnis mit einer vorgegebenen Temperatur-Marge eines Soll-Wertes verglichen und die Schmelze bei Erreichen oder Unterschreiten des unteren Limits der Marge so lange erwärmt wird, bis die Temperatur innerhalb des Soll-Wertes liegt. Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens mittels Thermoelementen, die im Zentrum des Verteilerauslaufes angeordnet sind.



DE 197 52 548 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einstellen und Halten der Temperatur insbesondere einer Stahlschmelze in relativ engen Temperaturgrenzen über die Gießzeiten einer Charge beim Stranggießen, wobei die Temperatur der Schmelze im Verteiler gemessen und ein Absinken der Temperatur durch Erwärmen kompensiert wird. Die Erfindung betrifft auch eine entsprechende Vorrichtung zur Durchführung der Erfindung.

Das Stranggießen insbesondere von Stahl mit hohen Gießgeschwindigkeiten erfordert zur Sicherung bzw. Sicherstellung einer zufriedenstellenden Strangqualität sowie Gießsicherheit eine genaue Kenntnis der Stahltemperatur über die Gießzeit. Besonders wichtig ist diese Kenntnis der Stahltemperatur beim Verteilerauslauf für das Gießen von Sequenzen, d. h. beim Gießen von mindestens zwei Pfannen im Verbund.

Abweichungen der Stahltemperatur treten während des Gießverlaufs einer Schmelze sowie beim Pfannenwechsel auf. So tritt bspw. ein Temperaturverlust beim Gießbeginn der ersten Schmelze einer Sequenz, als auch bei Gießende einer Pfanne, d. h. beim Pfannenwechsel auf. Solche Temperaturverluste führen zu Störungen der Temperaturverteilung des schmelzflüssigen Stahles in der Kokille, die z. B. als Folge bei Einsatz von Gießpulver zu Störungen im Wärmestrom des Stahles in der Kokille führen. Diese Störungen haben eine Minderung der Strangoberflächen bzw. Stranginnenqualität zur Folge.

Um hier Abhilfe zu schaffen und eine Vergleichsmäßigung und Verbesserung der Strangqualität zu erzielen, kann bspw. über eine induktive oder Plasma-Heizung die Stahltemperatur im Verteiler vergleichmäßig und ausgeglichen werden. Voraussetzung für einen solchen Temperatenausgleich der Schmelze im Verteiler über die Gießzeit einer Charge ist die Durchführung einer Temperaturdauermessung im Verteiler.

Hierzu ist eine Temperaturmeßvorrichtung bereits bekannt, bei der eine Temperaturmeßblanze, bspw. auf Basis mehrerer Thermoelemente, permanent in die Schmelze des Verteilers eintaucht. Diese Messung hat den Nachteil, daß sie einen hohen Wartungsaufwand und bei erhöhten Personalkosten auch hohe spezifische Kosten hervorruft. Weiterhin hat diese Messung den Nachteil, daß sie nicht unmittelbar am Verteilerauslauf anbringbar ist.

Die nicht vorveröffentlichte Patentanmeldung DE 197 25 433.0 beschreibt ein auf Temperaturmessung beruhendes Verfahren und Vorrichtung zur Durchbruchfrüherkennung beim Stranggießen von Stahl mit einer mit Kupferplatten ausgebildeten oszillierenden Kokille, durch fortlaufende und vergleichende Messungen von Betriebsparametern, bspw. der örtlichen und zeitlichen Temperaturverteilung in den Kupferplatten mit Analyse der erhaltenen Meßdaten. Das Verfahren sieht erfindungsgemäß zur Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einer zielgenauen Beurteilung von Anzeichen einer akuten Durchbruchstendenz vor, daß zwei zu vergleichende Meßdaten sowohl miteinander als auch mit Meßdaten mit wenigstens einer dritten Meßreihe gekoppelt und vorzugsweise online analysiert werden. Dieses Temperaturmeßverfahren bezieht sich allerdings ausdrücklich auf die Temperaturverteilung in den Kokillenplatten. Die Temperatur der in die Kokille einlaufenden Schmelze wird dadurch nur mittelbar erfaßt.

Ausgehend vom vorgenannten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Einstellen und Halten der Temperatur insbesondere einer Stahlschmelze in engen Grenzen über die Gießzeit einer Charge beim Stranggießen anzugeben, wobei die Temperatur der Schmelze im Verteiler gemessen wird

und ein Absinken der Temperatur durch Erwärmen bei laufender Kompensierung von Temperaturschwankungen der Schmelze vermieden wird, so daß eine Schmelze mit möglichst konstanter Temperatur in die Kokille einströmt.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird bei einem Verfahren der im Oberbegriff von Anspruch 1 gekennzeichneten Art mit der Erfindung vorgeschlagen, daß die Temperatur der Schmelze am Auslauf des Verteilers gemessen, das Meßergebnis mit einer vorgegebenen Temperatur-Marge eines Sollwertes verglichen und die Schmelze bei Erreichen oder Unterschreiten des unteren Limits der Marge so lange erwärmt wird, bis die Temperatur innerhalb des Soll-Wertes liegt.

Dadurch, daß die Temperatur der Schmelze unmittelbar am Auslauf des Verteilers permanent gemessen wird, kann die Temperatur der Stahlschmelze im Zentrum des Verteilerauslaufs erfaßt werden. Es wird erreicht, daß die mit dem Verfahren nach der Erfindung gemessene Temperatur am Verteilerauslauf den Energiezustand der Schmelze über die Gießzeit exakt wiedergibt. Wegen der extrem geringen Masse der Meßeinrichtung im Bereich der Meßstelle werden Temperatur-Änderungen praktisch mit geringstmöglicher Verzögerung erfaßt, so daß Temperaturabweichungen vom vorgegebenen Soll-Zustand mit annähernd vernachlässigbarer Totzeit bspw. über eine Aufheizvorrichtung wie induktive Heizung oder Plasma-Heizung kompensiert werden.

Eine Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, daß bei der Messung eine Tendenz des Temperatur-Verlaufs einer Meßreihe ermittelt und bei sinkender Tendenz bereits vor Unterschreiten des unteren Temperaturlimits die Stahlschmelze erwärmt wird. Auf diese Weise gelingt mit der Erfindung eine praktisch verzögerungslose Einstellung einer in engen Grenzen gleichbleibenden Temperatur einer Stahlschmelze über die Gießzeit einer Charge.

Eine Ausgestaltung sieht vor, daß die Temperatur mit Hilfe eines Thermoelementes an einer Meßstelle im Zentrum des Auslaufs des Verteilers gemessen und die Meßstelle mit dem Thermoelement und dem umgebenden Feuerfest-Material durch Zugeben von Inertgas wie  $N_2$  und/oder Argon mit einer Schutzgasatmosphäre vor Oxidation geschützt wird. Dadurch wird eine schädliche Veränderung des Meßverhaltens der Meßorgane an der Meßstelle mit vergleichsweise einfachen Mitteln vermieden.

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens sieht weiter vor, daß die Ergebnisse der letzten Meßreihe in einem Monitor in Form eines Temperaturverlauf-Diagramms sichtbar gemacht werden.

Auf diese Weise kann man unverzüglich eine Änderung im Temperaturverlauf der Stahlschmelze erkennen und dieser durch Aufheizen unverzüglich gegensteuern. Mit Vorteil können die Meßergebnisse kontinuierlich erfaßt werden und das im Monitor online sichtbar gemachte Ist-Temperaturverlauf-Diagramm kann einem vorgegebenen Soll-Temperaturverlauf-Diagramm nachgefahren werden.

Eine Vorrichtung zum Einstellen und Halten der Temperatur insbesondere einer Stahlschmelze in engen Grenzen über die Gießzeit einer Charge beim Stranggießen, wobei die Temperatur der Schmelze im Verteiler gemessen und ein Absinken der Temperatur durch Erwärmen der Schmelze mit Hilfe einer Heizvorrichtung kompensiert wird, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung, umfassend einen Verteiler mit einem Schmelzezulauf aus einer Pfanne und mit einem Verteilerauslaufssystem in eine darunter befindliche Kokille ist dadurch gekennzeichnet, daß das Verteilerauslaufssystem einen Stopfen mit einem bis in den Bereich einer unteren Stopfenkappe reichenden Sackloch aufweist, und das Thermoelement am Grunde des Sackloches an der Innenwand der Stopfenkappe angeordnet ist.

Mit großem Vorteil ermöglicht die Vorrichtung eine Meßung direkt am Verteilerauslauf bei geringstmöglicher Verzögerung des Meßergebnisses.

Besonders wirkungsvoll und vorteilhaft erweist sich dabei die Maßnahme, daß das Thermoelement im Wärmekontakt mit der Stopfenkappe in deren Feuerfestmaterial eingebettet ist.

In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist das Verteilerauslaufsystem ein Schieber mit einer Durchlaufdrosselöffnung sowie mit einer Grundplatte, mit einer Drosselschieberplatte und mit einer das Tauchausgußorgan aufnehmenden Platte. Das oder die Thermoelement(e) sind mindestens in einem dieser Elemente des Verteilerauslaufsystems und/oder im Tauchausgußorgan eingebettet. Vorzugsweise ist das (die) Thermoelement(e) in dem entsprechenden Feuerfest-Material eingebettet.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltung sind in den Unteransprüchen vorgesehen.

Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Erläuterung eines in den Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels. Es zeigen:

**Fig. 1** eine Vorrichtung umfassend einen Verteiler mit Stahlzulauf aus einer Pflanze und einem Verteilerauslauf im Zusammenwirken mit einem regelbaren Abschluß-Drosselorgan (Stopfen) und einem im Bereich des Auslaufsystems angeordneten Thermoelement,

**Fig. 2** eine gleichartige Vorrichtung mit einem schiebergesteuerten Drosselorgan, ebenfalls im Schnitt.

Die in **Fig. 1** gezeigte Vorrichtung zum Einstellen und Halten einer in engen Grenzen gleichbleibenden Temperatur der Stahlschmelze während der Gießzeit einer Charge beim Stranggießen umfaßt einen Verteiler **1** mit Stahlzulauf **2** aus einer Pflanze **3**, und einen Verteilerauslauf **4** in eine darunter befindliche Kokille **12**. Der Verteilerauslauf **4** weist wenigstens ein Thermoelement **8** auf. Dabei wird das Abfluß-Drosselorgan aus einem im Zentrum des Verteilerauslaufs **4** angeordneten Stopfen **5** mit einem bis in den Bereich einer unteren Stopfenkappe **7** reichenden Sackloch ausgebildet. Das Thermoelement **8** ist am Grunde des Sacklochs **6** an der Innenkante der Stopfenkappe **7** angeordnet bzw. in einer in das Sackloch eingeführten Lanze eingebettet.

Hierdurch reicht die Meßstelle des Thermoelementes **8** bis in den Verteilerauslauf **4** und erfaßt die Temperatur der Stahlschmelze im Zentrum des Verteilerauslaufs, der mit dem Stopfen **5** den Ventilsitz **10** darstellt.

Infolge der geringen Wandstärke der Stopfenkappe **7** kann das Thermoelement **8** vergleichsweise schnell auf Temperaturänderungen der Stahlschmelze reagieren. Diese Reaktion kann dann dazu benutzt werden, daß die dort angeordnete Induktivheizung **17** schon am Beginn einer Temperaturänderung mit vergleichsweise geringer Zeitverzögerung aktiviert wird, um Wärmeschwankungen in der Stahlschmelze auszugleichen. Dies wird noch dadurch begünstigt, daß das Thermoelement im Wärmekontakt mit der Stopfenkappe **7** in deren Feuerfestmaterial eingebettet ist.

Weiterhin zeigt die **Fig. 1** ein Tauchrohr **11** mit dem geschlossenen Tauchrohrende **19** und darüber angeordneten Ausströmöffnungen, die eine gleichmäßige Verteilung der Stahlschmelze in der Kokille **12** gewährleisten. Im Bereich der entsprechend dem Pfeil **22** in Schwingungen erregten Kokille **12** bildet sich eine Gußform **15** mit seitlich anwachsenden Strangschalen **23** aus.

Der Stopfen **5** ist in bekannter Weise nach Maßgabe des Pegels **24** der Stahlschmelze gesteuert.

In der **Fig. 2** ist eine etwas andere Ausgestaltung der Vorrichtung gezeigt. Dabei wird der Pegelstand **24** durch eine Kontrollvorrichtung **9** mittels elektronischer Abstandsmes-

sung und Zuflußregulierung des Stahlzulaufs **2** zwischen bspw. einem unteren Limit **25** und einem oberen Limit **26** im wesentlichen konstant gehalten. Die Kontrollvorrichtung **9** besitzt ein Überwachungsgerät, das bspw. mit Ultraschall, Lichtreflektion, Gammastrahlen oder auf andere bekannte Weise die Pegelhöhe **24** meßtechnisch erfaßt und den Stahlzulauf **2** entsprechend drosselt oder freigibt. Im Verteiler **1** befindet sich eine Plasmaheizung **18** und ein Verteilerauslauf **4'**. Das hier verwendete Abfluß-Drosselorgan umfaßt einen Schieber **13** mit einer Durchlauf-Drosselöffnung **20** sowie eine Grundplatte **14'** und eine das Tauchrohr **11** aufnehmende Platte **16**.

Erfindungswesentlich ist in einem oder mehreren dieser Elemente **11, 13, 14', 16** jeweils ein Thermoelement **8'** angeordnet. Das Tauchrohr **11** ist am unteren Ende **19** ebenfalls geschlossen ausgebildet und besitzt seitliche Austrittsöffnungen. Es taucht in ein oberhalb von zwei Rollen befindliches Schmelzbad der Wanderkokille **12'** ein, wobei der Pegelstand **24** des Verteilers **1** in an sich bekannter Weise konstant gehalten wird, und zwar durch verringertes oder vermehrtes Öffnen des Verteilerauslaufs **4'** mit Hilfe der als Drosselorgan wirkenden Schieberplatte **13**. Unterhalb der Wanderkokille **12'** sind Strangführungen **21** mit Stütz-Rollen angeordnet. Der Gußstrang **15** bildet bei intensiver Kühlung der Rollen der Kokille **12'** sowie der Strangführungen und bei zusätzlicher Wasserkühlung an den Rändern zunehmende Strangschalen **23** aus. Deren Entstehen ist u. a. maßgeblich durch die Einhaltung einer vorgegebenen Temperatur der Stahlschmelze beeinflussbar. Deshalb wird auch bei der Ausführung gem. **Fig. 2** die Temperatur der Stahlschmelze im Bereich des Verteilerauslaufs **4'** mittels unmittelbar dort angebrachter Thermoelemente **8'** laufend kontrolliert und ein Absinken der Temperatur dazu verwendet, die Plasmaheizung **18** zu aktivieren, die so lange in Tätigkeit bleibt, bis die Temperatur der Schmelze wieder den vorgegebenen Sollwert erreicht hat.

Auch bei dieser Ausführung wird eine schnelle Reaktion der Thermoelemente **8'** dadurch erreicht, daß diese in das Feuerfest-Material eines oder mehrere der Elemente **11, 13, 14', 16** eingebettet sind.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Verteiler
- 2 Stahlzulauf
- 3 Pflanze
- 4, 4' Verteilerauslauf
- 5, 5' Stopfen, Abfluß-Drosselorgan
- 6 Sackloch im Stopfen
- 7 Stopfenkappe
- 8, 8' Thermoelemente
- 9 Kontrollsystem Badpegel
- 10 Ventilsitz
- 11 Tauchrohr, Tauchausgußorgan
- 12, 12' Kokille, Wanderkokille (Doubleroller)
- 13 Schieber
- 14' Grundplatte
- 15 Strang, Gußform
- 16 Tauchrohrplatte
- 17 Induktivheizung
- 18 Plasmaheizung
- 19 Tauchrohrende
- 20 Drosselöffnung
- 21 Strangführung
- 22 Pfeil
- 23 Strangschalen
- 24 Pegel Stahlschmelze
- 25 unteres Limit der Stahlschmelze

26 oberes Limit der Stahlschmelze  
27 Drosselschieberplatte

# Patentansprüche

1. Verfahren zum Einstellen und Halten der Temperatur insbesondere einer Stahlschmelze in relativ engen Temperaturgrenzen über die Gießzeit einer Charge beim Stranggießen, wobei die Temperatur der Schmelze im Verteiler gemessen und ein Absinken der Temperatur durch Erwärmen kompensiert wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Temperatur der Schmelze am Auslauf (4) des Verteilers (1) gemessen, das Meßergebnis mit einer vorgegebenen Temperatur-Marge eines Soll-Wertes verglichen und die Schmelze bei Erreichen oder Unterschreiten des unteren Limits der Marge so lange erwärmt wird, bis die Temperatur innerhalb des Soll-Wertes liegt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Messung eine Tendenz des Temperaturverlaufs einer Meßreihe ermittelt und bei sinkender Tendenz bereits vor Unterschreiten des unteren Temperaturlimits die Stahlschmelze erwärmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur mit Hilfe eines Thermoelementes (8, 8') an einer Meßstelle im Zentrum des Auslaufs (4, 4') des Verteilers (1) gemessen und die Meßstelle mit dem Thermoelement (8, 8') und dem umgebenden Feuerfest-Material durch Zugeben von Inertgas wie N<sub>2</sub> und/oder Argon mit einer Schutzgasatmosphäre vor Oxidation geschützt wird.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils die Ergebnisse der letzten Meßreihe in einem Monitor in Form eines Temperaturverlauf-Diagramms sichtbar gemacht werden.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßergebnisse kontinuierlich erfaßt und das im Monitor online sichtbar gemachte Ist-Temperaturverlauf-Diagramm einem Soll-Temperaturverlauf-Diagramm nachgefahren wird.
6. Vorrichtung zum Einstellen und Halten der Temperatur insbesondere einer Stahlschmelze in relativ engen Temperaturgrenzen über die Gießzeit einer Charge beim Stranggießen, wobei die Temperatur der Schmelze im Verteiler (1) gemessen und ein Absinken der Temperatur durch Erwärmen der Schmelze mit Hilfe einer Heizvorrichtung (17, 18) kompensiert wird, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung, umfassend einen Verteiler (1) mit einem Schmelzezulauf (2) aus einer Pfanne (3) und mit einem Verteilerauslaufsystem (4, 4') in eine darunter befindliche Kokille (12, 12'), dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich des Verteilerauslaufsystems (4, 4') mindestens ein Thermoelement (8, 8') zur kontinuierlichen Messung der Temperatur der Stahlschmelze während der Gießzeit angeordnet ist.
7. Vorrichtung zum Einstellen und Halten der Temperatur insbesondere einer Stahlschmelze in relativ engen Temperaturgrenzen über die Gießzeit einer Charge beim Stranggießen, wobei die Temperatur der Schmelze im Verteiler (1) gemessen und ein Absinken der Temperatur durch Erwärmen der Schmelze mit Hilfe einer Heizvorrichtung (17, 18) kompensiert wird, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung, umfassend einen Verteiler (1) mit einem Schmelzezulauf (2) aus einer Pfanne (3) und mit einem

- Verteilerauslaufsystem (4, 4') in eine darunter befindliche Kokille (12, 12'), dadurch gekennzeichnet, daß das Verteilerauslaufsystem (4) einen Stopfen (5) mit einem bis in den Bereich einer unteren Stopfenkappe (7) reichenden Sackloch (6) aufweist, und das Thermoelement (8) am Grunde des Sackloches (6) vorzugsweise an der Innenwand der Stopfenkappe (7) angeordnet ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Thermoelement (8) im Wärmekontakt mit der Stopfenkappe (7) in deren Feuerfestmaterial eingebettet ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Sackloch (6) mit dem Thermoelement (8) eine Dichtung gegen Oxidation aufweist oder mit einer N<sub>2</sub> und/oder Argon Schutzgasversorgung in Verbindung steht.
10. Vorrichtung zum Einstellen und Halten der Temperatur insbesondere einer Stahlschmelze in engen Temperaturgrenzen über die Gießzeit einer Charge beim Stranggießen, wobei die Temperatur der Schmelze im Verteiler (1) gemessen und ein Absinken der Temperatur durch Erwärmen der Schmelze mit Hilfe einer Heizvorrichtung (17, 18) kompensiert wird, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung, umfassend einen Verteiler (1) mit Schmelzezulauf (2) aus einer Pfanne (3) und mit einem Verteilerauslaufsystem (4') in eine darunter befindliche Kokille (12'), dadurch gekennzeichnet, daß das Verteilerauslaufsystem (4') ein Schieber (13) mit einer Durchlauf-Drosselöffnung (20) ist, umfassend eine Grundplatte (14), eine Drosselschieberplatte (27) und eine das Tauchausgußorgan (11) aufnehmende Platte (16), und daß in einem oder mehreren dieser Systemelemente (13, 14, 16) und/oder im Tauchausgußorgan (11) Thermoelemente angeordnet sind.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Thermoelemente (8') in das Feuerfest-Material eines oder mehrerer der Systemelemente (13, 14, 16) und/oder im Tauchausgußorgan (11) eingebettet sind.
12. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizvorrichtung eine induktive Heizung (17) oder eine Plasmaheizung ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

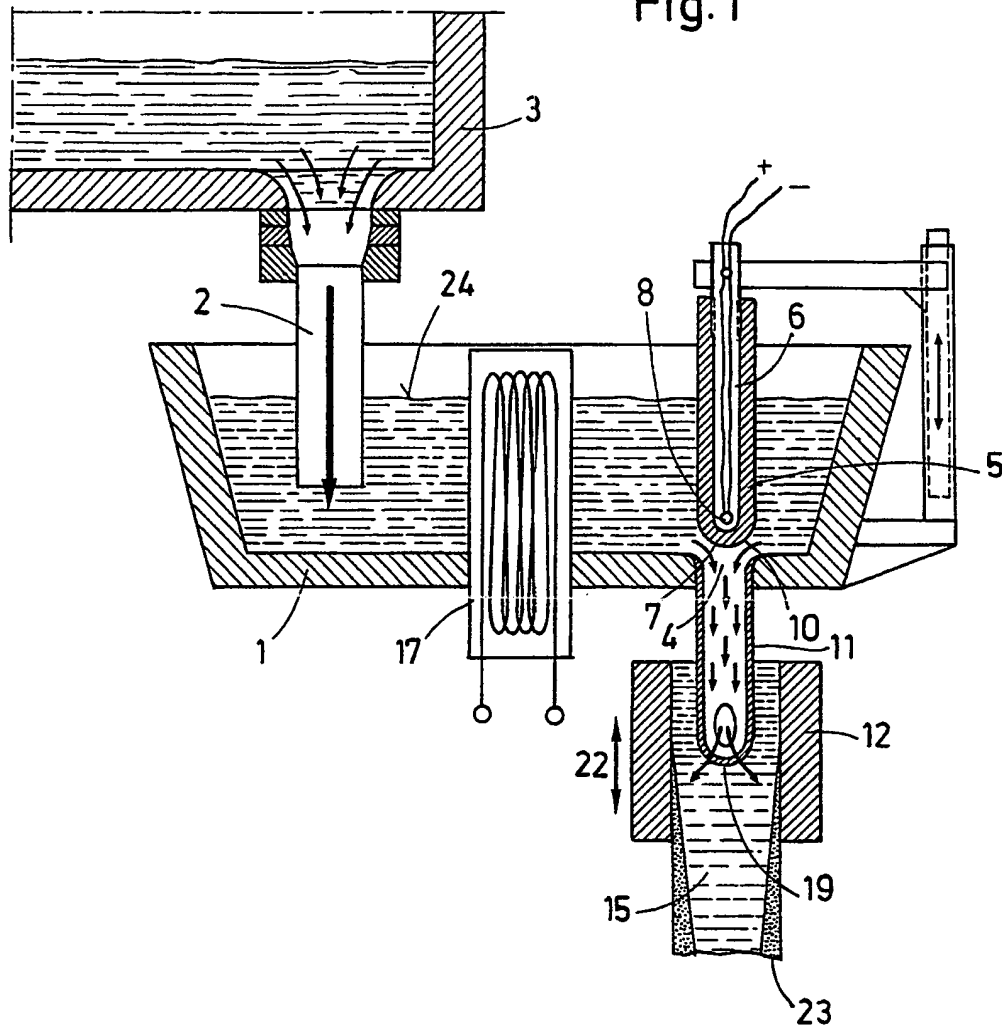


Fig. 2

